

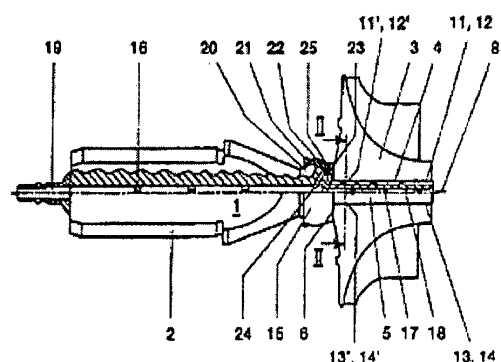
Beam arbor and procedure to balance, accommodate and guide rotating symmetrical hollow bodies

Patent number: DE4441951
Publication date: 1996-05-30
Inventor: MUELLER ALFRED (CH)
Applicant: ABB MANAGEMENT AG (CH)
Classification:
- international: G01M1/04; G01M1/38
- european: G01M1/04
Application number: DE19944441951 19941125
Priority number(s): DE19944441951 19941125

Report a data error here

Abstract of DE4441951

The beam arbor (1) consists of a shank (2) for accommodation in a beam engine, an accommodation area (5) to accommodate a hollow body (3) in its central opening (4) and an axial end stop (6) to position the hollow body on the beam arbor. Two guiding and two support points (11,12,11',12') are located at the front and back of the beam arbor. The points are at right angles to the longitudinal axis (8). Between the axial end stop and shank is a static air chamber (15) with a connecting tube (16) to the arbor. Also attached is a lubrication system (18,19).



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 44 41 951 C 2

51 Int. Cl.⁶:
G 01 M 1/04
G 01 M 1/38
G 01 M 1/02

21 Aktenzeichen: P 44 41 951.1-52
22 Anmeldetag: 25. 11. 94
43 Offenlegungstag: 30. 5. 96
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27. 8. 98

DE 44 41 951 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

- 73 Patentinhaber:
Asea Brown Boveri AG, Baden, Argau, CH
- 74 Vertreter:
Lück, G., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 79761
Waldshut-Tiengen
- 72 Erfinder:
Müller, Alfred, Lenzburg, CH

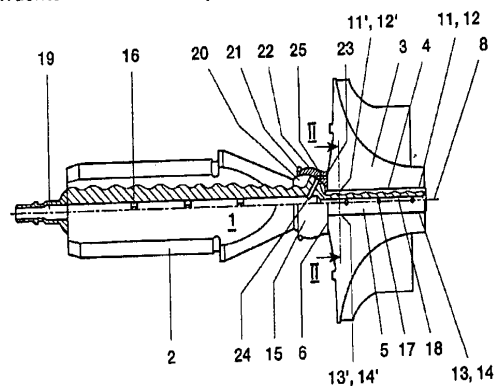
55 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 36 10 913 C2
DE 39 24 574 A1
DE-OS 21 23 505
US 43 02 975
EP 01 04 266 A1

ENDERT, H.: Das Strömungslager als Bauelement
der
Feinmechanik. In: Feingerätetechnik, 4.Jg. H.7,
Juli 1955, S.291-296;
JP 2-259541, A., In: Patents Abstracts of Japan,
P-1151, Jan. 11, 1991, Vol. 15, No. 15;

54 Balancierdorn zur Aufnahme und Führung eines auszuwuchtenden rotationssymmetrischen Hohlkörpers

- 57 Balancierdorn zur Aufnahme und Führung eines auszuwuchtenden rotationssymmetrischen Hohlkörpers in dessen zentraler Bohrung, welcher seinerseits von einer Balanciermaschine aufgenommen wird, bestehend aus
- a) einem Schaft zur Aufnahme in der Balanciermaschine,
 - b) einem Aufnahmebereich für den Hohlkörper,
 - c) einem axialen Anschlag zur Positionierung des Hohlkörpers auf dem Balancierdorn,
 - d) einem schaftseitig des axialen Anschlags angeordneten statischen Luftlager, welches mit einer im Inneren des Balancierdorns ausgebildeten Luftleitung verbunden ist,
 - e) zumindest jeweils einem Paar oberhalb der Längsachse des Balancierdorns, sowohl in der vorderen als auch in der hinteren Hälfte des Aufnahmebereiches, angeordneter Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers, wobei jedes Paar dieser Mittel in einer rechtwinklig zur Längsachse verlaufenden Ebene liegt und die zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers dienenden Mittel eines jeden Paares symmetrisch zu einer Ebene durch die Längsachse angeordnet sind,
 - f) mehreren, auf der Oberfläche des Aufnahmebereiches mündenden, radialen Bohrungen, die mit einer im Inneren des Balancierdorns angeordneten Ölleitung kommunizieren,
 - g) einem am maschinenseitigen Ende des Schaftes angeordneten Luft- und Ölanchluss, welcher mit der Luftleitung und der Ölleitung verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass
 - h) der Aufnahmebereich (5) des Balancierdorns (1) oberhalb seiner Längsachse (8) entsprechend der Bohrungsgeometrie der Hohlkörper (3) abgeflacht ist, die Paare der Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers (3) als Führungs- und Abstützpunkte (11, 12, 11', 12') ausgebildet und auf den seitlichen Kanten (9) der Abflachung (10) angeordnet sind,
 - i) die Ebene, zu der jedes Paar der Führungs- und Abstützpunkte (11, 12, 11', 12') symmetrisch angeordnet ist, die vertikale Ebene durch die Längsachse (8) des Balancierdorns (1) ist, und dass
 - j) die Luftleitung (16) und die Ölleitung (18) am maschinenseitigen Ende des Schaftes (2) koaxial angeordnet sind.



DE 44 41 951 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Balancierdorn zur Aufnahme und Führung eines auszuwuchtenden rotationssymmetrischen Hohlkörpers in einer Balanciermaschine gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. 10, wie aus EP 0 104 266 A1 bekannt.

Ein in Rotation versetzter Körper hat das natürliche Bestreben, sich um seine Massenträgheitsachse zu drehen. Wird der Körper in seinen Lagerebenen festgehalten, wirken je nach Grösse von Unwucht und Drehzahl entsprechend pulsierende Kräfte auf die Lagerstellen der Balanciermaschine. Hohlkörper, wie z. B. Verdichterräder haben im Gegensatz zu Wellen keine eigenen Lagerzapfen. Um diese Teile auswuchten zu können, müssen sie Lagerzapfen und damit eine künstliche Schaftachse, auch Balancierdorn genannt, erhalten.

Solche Balancierdorne sind sehr teuer in der Anschaffung und benötigen intensive Wartung sowie Kontrolle. Sie dürfen nur äusserst geringe Passungsdifferenzen zur zentralen Bohrung der Hohlkörper aufweisen, um in diese eingeführt und dort, beispielsweise durch Aufpressen, befestigt werden zu können. Zur Wahl des passenden Balancierdorns muss die Bohrung zunächst ausgemessen werden.

Sowohl beim Fügen als auch beim Tennen von Balancierdorn und Hohlkörper entsteht ein beträchtlicher Arbeitsaufwand. Ausserdem kommt es zu einer nicht unerheblichen Reibung zwischen der Bohrung des Hohlkörpers und der Oberfläche des Balancierdorns, welche zwangsläufig zum Verschleiss sowie zu Beschädigungen beider Teile führt.

Das Balancierresultat der Hohlkörper wird durch den Einsatz solcher Balancierdorne verfälscht. Dafür sind sowohl Fügeeffekte, d. h. Spiel, als auch Balancierabweichungen infolge von Abnutzung, Beschädigung oder Fehlern in der Rundlaufgenauigkeit des Dorns verantwortlich.

Demgegenüber zeigt die eingangs genannte EP 0 104 266 A1 einen Balancierdorn, auf den der Hohlkörper vor dem Auswuchten lediglich aufgesteckt werden muss. Im Inneren des Balancierdorns sind mehrere radiale, mit einer zentralen Zuführung versehene Bohrungen ausgebildet, welche auf der Oberfläche des Balancierdorns münden. Während des Balanciervorgangs wird über diese Bohrungen ein Fluid in den Zwischenraum von Balancierdorn und Hohlkörper eingeleitet, welches den letzteren auf dem Balancierdorn abstützt. Wird jedoch zur fluidischen Abstützung ein flüssiges Medium verwendet, so bestehen Probleme mit dessen Abführung. Ein gasförmiges Medium, wie beispielsweise Luft, ist im Zwischenraum von Balancierdorn und Hohlkörper inkompressibel. Demnach kann keine ausreichende Federwirkung erzielt werden, um die pulsierenden Kräfte des auszuwuchtenden Hohlkörpers gleichmässig abzustützen. Der Hohlkörper sitzt dadurch entweder fest auf dem Balancierdorn auf (Reibung) oder er hat ein zu grosses Spiel. In jedem Fall kann keine exakte Anzeige des Winkelfehlers erfolgen, wodurch das Balancierergebnis verfälscht wird.

Sowohl aus DE 39 24 574 A1 als auch der JP 2-259541 A sind Lösungen zum Auswuchten eines mit einem eigenen Lagerzapfen versehenen Rotors bekannt. Dabei handelt es sich jedoch um eigentliche Rotoren im Sinne der Auswuchttechnik, bei denen der Rotor gemeinsam mit dem Lagerzapfen ausgewuchtet wird und die entsprechenden Lagerstellen Bestandteil des auszuwuchtenden Rotors sind. Diese Technik ist schon deshalb nicht mit den zum Auswuchten rotationssymmetrischer Hohlkörper bekannten Lösungen vergleichbar, weil letztere einen separaten Balancierdorn erfordern.

Die Erfindung versucht, alle diese Nachteile zu vermei-

den.

Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, einen kostengünstigen, wartungsarmen und eine wesentlich höhere Standzeit aufweisenden Balancierdorn für rotationssymmetrische Hohlkörper zu schaffen, mit dem das Balancierresultat der Hohlkörper schneller sowie genauer ermittelt werden kann.

Erfindungsgemäss wird dies bei einer Vorrichtung entsprechend Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 10 durch deren jeweiligen kennzeichnenden Merkmale gelöst.

Dadurch liegt die zentrale Bohrung des zu bearbeitenden Hohlkörpers, vergleichbar mit einer Welle in zwei Prismen, in zumindest vier Punkten, den Führungs- und Abstützpunkten, definiert auf dem Aufnahmebereich des Balancierdorns, so dass die Führung und Zentrierung des Hohlkörpers direkt in der Bohrung erfolgt. Demzufolge sind für ein korrektes Balancieren keine engen Passungen erforderlich, d. h. es kann sogar ein für das Aufbringen und Entfernen des Hohlkörpers bequemes Spiel zwischen der Bohrung und dem Aufnahmebereich zugelassen werden.

Das zwischen Schaft und axialem Anschlag angeordnete Luftlager ist selbsteinstellend ausgebildet. Beim Auswuchten baut sich zwischen dem Hohlkörper sowie dem Anschlag ein Luftkissen auf, welches deren axiale Berührung verhindert. Dabei wird die auf den Anschlag wirkende axiale Kraftkomponente vom Luftlager ohne Störeinfluss auf die Messqualität aufgefangen und der Hohlkörper in einer axial und horizontal definierten Position gehalten. Aus den Bohrungen der Ölleitung tritt Öl auf die Oberfläche des Aufnahmebereiches aus und schmiert die Spielpassung von Balancierdorn und Hohlkörper. Dadurch werden sowohl die Standzeit des Balancierdorns erhöht als auch Beschädigungen von Hohlkörper und Balancierdorn vermieden.

Zur Verbindung eines Balancierdorns mit einem auszuwuchtenden rotationssymmetrischen Hohlkörper wird dieser bis zum axialen Anschlag lose auf den mit in Richtung seines freien Endes schräg nach oben angestellter Längsachse in der Balanciermaschine einseitig eingespannten Balancierdorn gesteckt. Dabei wird der Hohlkörper im Aufnahmebereich von den oberen Führungs- und Abstützpunkten definiert abgestützt. Seine axiale Kraftkomponente wird vom Anschlag aufgefangen.

Zwecks zusätzlichen Verringerung des Verschleisses zwischen dem Hohlkörper und dem Balancierdorn ist auf dessen Aufnahmebereich eine Schicht mit guten Gleiteigenschaften angeordnet. Bei kleineren Balancierdorns kann der gesamte Aufnahmebereich aus Vollhartmetall bestehen. Alternativ dazu sind im Aufnahmebereich Gleiteinlagen ausgebildet, die vorzugsweise aus einem Kunststoffmaterial bestehen.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung werden am Aufnahmebereich, mit der gleichen Funktion wie bei der abgeflachten Ausbildung, oberhalb der Längsachse des Balancierdorns, zumindest vier Rollkörper angeordnet. Sie bilden die Mittel zur Führung- und Abstützung des Hohlkörpers in der Spielpassung. Ebenso wie bei der abgeflachten Ausbildung des Balancierdorns ist die Ebene, zu der jeden Paar der Führungs- und Abstützpunkte symmetrisch angeordnet ist, die vertikale Ebene durch die Längsachse des Balancierdorns. Die Luft- und Ölleitung sind gleichfalls am maschinenseitigen Ende des Schaftes coaxial angeordnet. Diese Lösung ist besonders für grosse Balancierdorne, d. h. zum Balancieren von grossen, schweren Hohlkörpern geeignet.

Am Aufnahmebereich des Balancierdorns sind in einer nächsten Ausführungsform der Erfindung zumindest vier weitere Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers symmetrisch zur horizontalen Ebene durch die Längsachse und unterhalb dieser Achse angeordnet sowie als Führungs-

und Abstützpunkte ausgebildet. Dazu ist der Balancierdorn beidseitig abgeflacht. Bei einem solchen Balancierdorn entsteht der zusätzliche Vorteil, dass dieser nach Abnutzung seiner Führungs- und Abstützpunkte um 180° gedreht und seine Einsatzdauer durch die Verwendung der bis dahin unbenutzten, gegenüberliegenden Führungs- und Abstützpunkte verdoppelt werden kann.

In einer weiteren Ausgestaltungsform der Erfindung besitzt der Balancierdorn beidseitig jeweils ein Schaftende. Das vordere Schaftende hat einen geringeren Durchmesser als der Aufnahmebereich. Zumindest ein Schaftende liegt nicht drehbar auf der Balanciermaschine auf.

Bei Verwendung eines solchen Balancierdorns können besonders grosse Hohlkörper vorteilhaft in einer Balanciermaschine mit zwei voneinander unabhängigen Messebenen ausgewuchtet werden. Dadurch kann die relativ grosse Masse solcher Hohlkörper und des jeweils zugehörigen Balancierdorns auf der Balanciermaschine gleichmässiger abgestützt werden. Die Tragkraft der Maschine wird auf diese Weise besser ausgenutzt.

In dieser Ausgestaltungsform der Erfindung wird der Balancierdorn lose in die zentrale Bohrung des auszuwuchtenden, rotationssymmetrischen Hohlkörpers eingeführt. Das Auflegen des Balancierdorns auf der Balanciermaschine erfolgt mit in Richtung seines vorderen Schaftendes schräg nach oben angestellter Längsachse. Der Hohlkörper wird im Aufnahmebereich ebenfalls von den oberen Führungs- und Abstützpunkten definiert abgestützt. Dabei wird der Balancierdorn gegen Verdrehen um seine Längsachse gesichert und die axiale Kraftkomponente des Hohlkörpers ebenfalls vom Anschlag des Balancierdorns aufgefangen.

In der Zeichnung sind mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand eines mit einem rotationssymmetrischen Hohlkörper verbundenen Balancierdorns dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch den einen Hohlkörper tragenden und mit einem Schaft versehenen Balancierdorn;

Fig. 2 Schnitt II-II durch einen Balancierdorn entsprechend **Fig. 1**, mit sowohl ober- als auch unterhalb seiner Längsachse abgeflachten Aufnahmebereich;

Fig. 3 einen vergrösserten Ausschnitt von **Fig. 1**, im Bereich der Hohlkugel;

Fig. 4 die Seitenansicht des Aufnahmebereiches mit Gleiteinlagen;

Fig. 5 Schnitt V-V durch den Aufnahmebereich, entsprechend **Fig. 4**, mit Befestigungskeil für die Gleiteinlagen;

Fig. 6 eine Draufsicht auf den Aufnahmebereich entsprechend **Fig. 4**, mit Befestigungskeil;

Fig. 7 eine Darstellung des Balancierdorns entsprechend **Fig. 2**, jedoch mit am Aufnahmebereich oberhalb der Längsachse angebrachten Rollkörpern;

Fig. 8 einen Längsschnitt durch einen den Hohlkörper tragenden und mit beidseitigen Schaftenden versehenen Balancierdorn.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt ist die Balanciermaschine und die sich bei Beaufschlagung mit Druckluft ausbildenden Luftkissen zwischen der Hohlkugel und der Kugelkalotte sowie der Hohlkugel und dem Hohlkörper.

Der Balancierdorn **1** besteht aus einem Schaft **2** und einem den Hohlkörper **3** in seiner zentralen Bohrung **4** tragenden Aufnahmebereich **5**. Dieser wird gegenüber dem Schaft **2** von einem axialen Anschlag **6** begrenzt (**Fig. 1**).

Zwischen der zentralen Bohrung **4** des Hohlkörpers **3** und dem Aufnahmebereich **5** des Balancierdorns **1** besteht eine Spielpassung **7**. Der Aufnahmebereich **5** ist zweiseitig, d. h. ober- und unterhalb seiner Längsachse **8** entsprechend der Bohrungsgeometrie der Hohlkörper **3** abgeflacht. Die seitli-

chen Kanten **9** der Abflachung **10** sind abgerundet ausgebildet. Durch die beiden oberhalb der Längsachse **8** angeordneten Kanten **9** wird der Hohlkörper **3** in der Spielpassung **7** definiert abgestützt (**Fig. 2**).

Dazu sind auf den Kanten **9**, sowohl in der vorderen als auch in der hinteren Hälfte des Aufnahmebereiches **5**, jeweils zwei Führungs- und Abstützpunkte **11**, **12** sowie **11'**, **12'** für den Hohlkörper **3** paarweise angeordnet (**Fig. 1**, **Fig. 2**). Jedes Paar der Führungs- und Abstützpunkte **11**, **12** bzw. **11'**, **12'** liegt in einer rechtwinklig zur Längsachse **8** des Balancierdorns **1** verlaufenden Ebene. Die Kanten **9** und damit natürlich auch die Führungs- und Abstützpunkte **11**, **12** bzw. **11'**, **12'** eines jeden Paares sind symmetrisch zur vertikalen Ebene durch die Längsachse **8** angeordnet. Unterhalb seiner Längsachse **8** ist der Aufnahmebereich **5** analog ausgebildet, d. h. mit weiteren Führungs- und Abstützpunkten **13**, **14** sowie **13'**, **14'** versehen. Diese sind symmetrisch zu den oberen Führungs- und Abstützpunkten **11**, **12**, **11'**, **12'** angeordnet.

Zwischen dem Schaft **2** und dem axialen Anschlag **6** ist ein statisches Luftlager **15** angeordnet und mit einer im Inneren des Balancierdorns **1** ausgebildeten Luftleitung **16** verbunden. Auf der Oberfläche des Aufnahmebereiches **5** münden mehrere radiale Bohrungen **17**, die mit einer im Inneren des Balancierdorns **1** angeordneten Ölleitung **18** kommunizieren. Am maschinenseitigen Ende des Schaftes **2** ist ein koaxialer Luft- und Ölschluss **19** angeordnet und mit der ebenfalls koaxialen Luftleitung **16** bzw. Ölleitung **18** verbunden (**Fig. 1**).

Das statische Luftlager **15** besteht aus einer den Schaft **2** und den axialen Anschlag **6** verbindenden Kugelkalotte **20**, welche eine von einem Federring **21** gehaltene Hohlkugel **22** mit Planlagerstelle **23** trägt. In der Kugelkalotte **20** und diese völlig durchdringend ist ein mit der Luftleitung **16** verbundener Luftkanal **24** angeordnet. Mehrere mit dem Luftkanal **24** funktionell verbundene und die Hohlkugel **22**, ebenfalls vollständig durchdringende Verbindungsbohrungen **25** enden in einem an der Planlagerstelle **23** ausgebildeten Kreisschlitz **26** der Hohlkugel **22** (**Fig. 1**, **Fig. 3**). Daher mündet die Luftleitung **16** zum einen zwischen der Kugelkalotte **20** sowie der Hohlkugel **22** und zum anderen zwischen der Hohlkugel **22** sowie dem Hohlkörper **3** (**Fig. 1**).

Aufgrund der Spielpassung **7** von Hohlkörper **3** und Balancierdorn **1** besitzt die zentralen Bohrung **4** einen grösseren Durchmesser als der Aufnahmebereich **5**. Infolge dieser Durchmesserabweichungen ergibt sich eine Schräglage des Hohlkörpers **3** auf dem Balancierdorn **1**. Wird nun die Luftleitung **16** über den koaxialen Luft- und Ölschluss **19** mit leichtem Überdruck beaufschlagt, bildet sich zwischen der Kugelkalotte **20** und der Hohlkugel **22** ein erstes Luftkissen sowie zwischen der Hohlkugel **22** und dem auszubalancierenden Hohlkörper **3** ein zweites Luftkissen aus.

Das erste Luftkissen ermöglicht eine selbsttätige Anpassung des statischen Luftlagers **15** an die Schräglage des Hohlkörpers **3** auf dem Balancierdorn **1**. Das zweite Luftkissen verhindert die metallische Berührung der axialen Auflagefläche des Hohlkörpers **3** mit dem Balancierdorn **1** und schliesst damit Störeinflüsse auf das Balancierresultat aus.

Zur Verbindung eines Balancierdorns **1** mit einem auszuwuchtenden rotationssymmetrischen Hohlkörper **3** wird dieser bis zum axialen Anschlag **6** lose auf den in der nicht dargestellten Balanciermaschine einseitig und mit in Richtung seines freien Endes schräg nach oben angestellter Längsachse **8** eingespannten Balancierdorn **1** geschoben. Zur exakten Positionierung des Hohlkörpers **3** auf dem Balancierdorn **1** reicht bereits ein geringer Anstellwinkel der Längsachse **8** von ein bis zwei Grad aus, der in der Zeichnung nicht dargestellt ist. Dabei wird der Hohlkörper **3** im Aufnahmebereich **5** des Balancierdorns **1** von dessen oberen

Führungs- und Abstützpunkten 11, 12, 11', 12' definiert abgestützt. Die axiale Kraftkomponente des Hohlkörpers 3 wird vom Anschlag 6 aufgefangen. Zum späteren Auswuchten greift ein ebenfalls nicht dargestellter Antrieb am Umfang des Hohlkörpers 3 an.

Auf dem Aufnahmebereich 5 des Balancierdorns 1 ist eine Schicht 27 mit guten Gleiteigenschaften aufgebracht (Fig. 2). Bei kleineren Balancierdornen 1 kann der gesamte Aufnahmebereich 5 aus einem Vollhartmetall bestehen.

Alternativ dazu sind in einem anderen Ausführungsbeispiel im Aufnahmebereich 5, ober- und unterhalb der Längsachse 8, jeweils zwei Quernuten 28 eingearbeitet, die je eine Gleiteinlage 29 formschlüssig und radial verstellbar aufnehmen (Fig. 4). Damit liegen die Führungs- und Abstützpunkte 11, 12, 11', 12' auf den Aussenkanten der Gleiteinlagen 29. Im Aufnahmebereich 5 ist, ebenfalls ober- und unterhalb der Längsachse 8, jeweils eine Längsnut 30 ausgebildet, in welcher ein nachstellbarer Befestigungskeil 31 für die Gleiteinlagen 29 kraftschlüssig angeordnet ist (Fig. 5). Dazu ist der Befestigungskeil 31 mittels Schrauben 32 am Aufnahmebereich 5 des Balancierdorns 1 fixiert (Fig. 6). Die Gleiteinlagen 29 bestehen aus einem Kunststoffmaterial.

In einem nächsten Ausführungsbeispiel sind oberhalb der und symmetrisch zur Längsachse 8 des Balancierdorns 1 am Aufnahmebereich 5 vier als Rollen ausgebildete Rollkörper 33 in einer gemeinsamen Ebene angeordnet, die den Hohlkörper 3 in der Spielpassung 7 definiert abstützen (Fig. 7). Sie bilden daher dessen Führungs- und Abstützpunkte 11, 12, 11', 12'. Die Rollkörper 33 können ebenso als Kugeln ausgebildet sein.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel besitzt der Balancierdorn 1 beidseitig jeweils ein Schaftende 34 bzw. 35. Das vordere Schaftende 34 hat einen geringeren Durchmesser als der Aufnahmebereich 5 (Fig. 8). Damit können insbesondere grosse Hohlkörper 3 vorteilhaft auf dem Balancierdorn 1 geführt werden.

In dieser Ausgestaltungsform der Erfindung wird der Balancierdorn 1 lose in die zentrale Bohrung 4 des auszuwuchtenden, rotationssymmetrischen Hohlkörpers 3 eingeführt. Danach wird der Balancierdorn 1 mit in Richtung seines vorderen Schaftendes 34 schräg nach oben angestellter Längsachse 8 auf der Balanciermaschine aufgelegt. Der Hohlkörper 3 wird dabei im Aufnahmebereich 5 ebenfalls von den oberen Führungs- und Abstützpunkten 11, 12 und 11', 12' definiert abgestützt. Die axiale Kraftkomponente des Hohlkörpers 3 wird vom Anschlag 6 des Balancierdorns 1 aufgefangen und letzterer gegen Verdrehen um seine Längsachse 8 gesichert.

Das Gegendrehmoment, welches die Reibung des drehenden Hohlkörpers 3 auf dem Balancierdorn 1 ausübt, wird durch prismatische Seitenflächen 36 am hinteren Schaftende 35 des Balancierdorns 1 von der nicht dargestellten Balanciermaschine aufgenommen.

Bezugszeichenliste

- 1 Balancierdorn
- 2 Schaft
- 3 Hohlkörper
- 4 zentrale Bohrung
- 5 Aufnahmebereich
- 6 axialer Anschlag
- 7 Spielpassung
- 8 Längsachse, Achse
- 9 Kante
- 10 Abflachung
- 11 Führungs- und Abstützpunkt, oberer, vorn

- 12 Führungs- und Abstützpunkt, oberer, vorn
- 13 Führungs- und Abstützpunkt, unterer, vorn
- 14 Führungs- und Abstützpunkt, unterer, vorn
- 15 statisches Luftlager

- 16 Luftleitung
- 17 radiale Bohrung
- 18 Ölleitung
- 19 koaxialer Luft- und Ölschluss
- 20 Kugelkalotte
- 21 Federring
- 22 Hohlkugel
- 23 Planlagerstelle
- 24 Luftkanal
- 25 Verbindungsbohrung
- 26 Kreisschlitz
- 27 Schicht
- 28 Quernut
- 29 Gleiteinlage
- 30 Längsnut
- 31 Befestigungskeil
- 32 Schraube
- 33 Rollkörper, Rolle
- 34 Schaftende, vorderes
- 35 Schaftende, hinteres
- 36 Seitenfläche
- 11' Führungs- und Abstützpunkt, oberer, hinten
- 12' Führungs- und Abstützpunkt, oberer, hinten
- 13' Führungs- und Abstützpunkt, unterer, hinten
- 14' Führungs- und Abstützpunkt, unterer, hinten

Patentansprüche

1. Balancierdorn zur Aufnahme und Führung eines auszuwuchtenden rotationssymmetrischen Hohlkörpers in dessen zentraler Bohrung, welcher seinerseits von einer Balanciermaschine aufgenommen wird, bestehend aus

- a) einem Schaft zur Aufnahme in der Balanciermaschine,
- b) einem Aufnahmebereich für den Hohlkörper,
- c) einem axialen Anschlag zur Positionierung des Hohlkörpers auf dem Balancierdorn,
- d) einem schaftseitig des axialen Anschlags angeordneten statischen Luftlager, welches mit einer im Inneren des Balancierdorns ausgebildeten Luftleitung verbunden ist,
- e) zumindest jeweils einem Paar oberhalb der Längsachse des Balancierdorns, sowohl in der vorderen als auch in der hinteren Hälfte des Aufnahmebereiches, angeordneter Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers, wobei jedes Paar dieser Mittel in einer rechtwinklig zur Längsachse verlaufenden Ebene liegt und die zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers dienenden Mittel eines jeden Paares symmetrisch zu einer Ebene durch die Längsachse angeordnet sind,
- f) mehreren, auf der Oberfläche des Aufnahmebereiches mündenden, radialen Bohrungen, die mit einer im Inneren des Balancierdorns angeordneten Ölleitung kommunizieren,
- g) einem am maschinenseitigen Ende des Schaftes angeordneten Luft- und Ölschluss, welcher mit der Luftleitung und der Ölleitung verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- h) der Aufnahmebereich (5) des Balancierdorns (1) oberhalb seiner Längsachse (8) entsprechend der Bohrungsgeometrie der Hohlkörper (3) abge-

flacht ist, die Paare der Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers (3) als Führungs- und Abstützpunkte (11, 12, 11', 12') ausgebildet und auf den seitlichen Kanten (9) der Abflachung (10) angeordnet sind,

i) die Ebene, zu der jedes Paar der Führungs- und Abstützpunkte (11, 12, 11', 12') symmetrisch angeordnet ist, die vertikale Ebene durch die Längsachse (8) des Balancierdorns (1) ist, und dass
j) die Luftleitung (16) und die Ölleitung (18) am maschinenseitigen Ende des Schaftes (2) koaxial angeordnet sind.

2. Balancierdorn nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die seitlichen Kanten (9) der Abflachung (10) abgerundet ausgebildet sind.

3. Balancierdorn nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Aufnahmebereich (5) eine Schicht (27) mit guten Gleiteigenschaften aufgebracht ist.

4. Balancierdorn nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnahmebereich (5) aus einem Vollhartmaterial besteht.

5. Balancierdorn nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Aufnahmebereich (5), zumindest oberhalb der Längsachse (8) zwei Quernuten (28) eingearbeitet sind, in denen Gleiteinlagen (29) formschlüssig und radial verstellbar angeordnet sind, wobei die Führungs- und Abstützpunkte (11, 12, 11', 12') auf den Aussenkanten der Gleiteinlagen (29) liegen.

6. Balancierdorn nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Aufnahmebereich (5) zumindest oberhalb der Längsachse (8) eine Längsnut (30) ausgebildet ist, in welcher ein nachstellbarer Befestigungskeil (31) für die Gleiteinlagen (29) kraftschlüssig angeordnet ist.

7. Balancierdorn nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Befestigungskeil (31) durch Schrauben (32) mit dem Aufnahmebereich (5) des Balancierdorns (1) verbunden ist.

8. Balancierdorn nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleiteinlagen (29) aus einem Kunststoffmaterial bestehen.

9. Balancierdorn nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb seiner Längsachse (8) zumindest vier weitere Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers (3) symmetrisch zur horizontalen Ebene durch die Längsachse (8) angeordnet und als Führungs- und Abstützpunkte (13, 14, 13', 14') ausgebildet sind.

10. Balancierdorn zur Aufnahme und Führung eines auszuwuchtenden rotationssymmetrischen Hohlkörpers in dessen zentraler Bohrung, welcher seinerseits von einer Balanciermaschine aufgenommen wird, bestehend aus

a) einem Schaft zur Aufnahme in der Balanciermaschine,

b) einem Aufnahmebereich für den Hohlkörper, c) einem axialen Anschlag zur Positionierung des Hohlkörpers auf dem Balancierdorn,

d) einem schaftseitig des axialen Anschlags angeordneten statischen Luftlager, welches mit einer im Inneren des Balancierdorns ausgebildeten Luftleitung verbunden ist,

e) zumindest jeweils einem Paar oberhalb der Längsachse des Balancierdorns, sowohl in der vorderen als auch in der hinteren Hälfte des Aufnahmebereiches, angeordneter Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers, wobei jedes

Paar dieser Mittel in einer rechtwinklig zur Längsachse verlaufenden Ebene liegt und die zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers dienenden Mittel eines jeden Paares symmetrisch zu einer Ebene durch die Längsachse angeordnet sind,

f) mehreren, auf der Oberfläche des Aufnahmebereiches mündenden, radialen Bohrungen, die mit einer im Inneren des Balancierdorns angeordneten Ölleitung kommunizieren,

g) einem am maschinenseitigen Ende des Schaftes angeordneten Luft- und Ölschlus, welcher mit der Luftleitung und der Ölleitung verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

h) am Aufnahmebereich (5) des Balancierdorns (1), oberhalb der Längsachse (8), zumindest vier Rollkörper (33) angeordnet sind, welche die Mittel zur Führung- und Abstützung des Hohlkörpers (3) bilden,

i) die Ebene, zu der jedes Paar der Mittel zur Führung und Abstützung des Hohlkörpers (3) symmetrisch angeordnet ist, die vertikale Ebene durch die Längsachse (8) des Balancierdorns (1) ist, und dass

j) die Luftleitung (16) und die Ölleitung (18) am maschinenseitigen Ende des Schaftes (2) koaxial angeordnet sind.

11. Balancierdorn nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das statische Luftlager (15) aus einer Kugelkalotte (20) besteht, welche eine von einem Federring (21) gehaltene Hohlkugel (22) mit Planlagerstelle (23) trägt.

12. Balancierdorn nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein mit der Luftleitung (16) verbundener Luftkanal (24) in der Kugelkalotte (20), diese völlig durchdringend, angeordnet ist, dass die Luftleitung (16) zum einen zwischen Kugelkalotte (20) sowie Hohlkugel (22) und zum anderen über mehrere, mit dem Luftkanal (24) funktionell verbundene, in der Hohlkugel (22) angeordnete und diese ebenfalls vollständig durchdringende, Verbindungsbohrungen (25) auf der den Hohlkörper (3) tragenden Seite der Hohlkugel (22) in einem Kreisschlitz (26) mündet.

13. Balancierdorn nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Balancierdorn (1) beidseitig jeweils ein Schaftende (34, 35) besitzt, wobei das vordere Schaftende (34) einen geringeren Durchmesser als der Aufnahmebereich (5) aufweist und zumindest ein Schaftende (35) nicht drehbar auf der Balanciermaschine liegt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

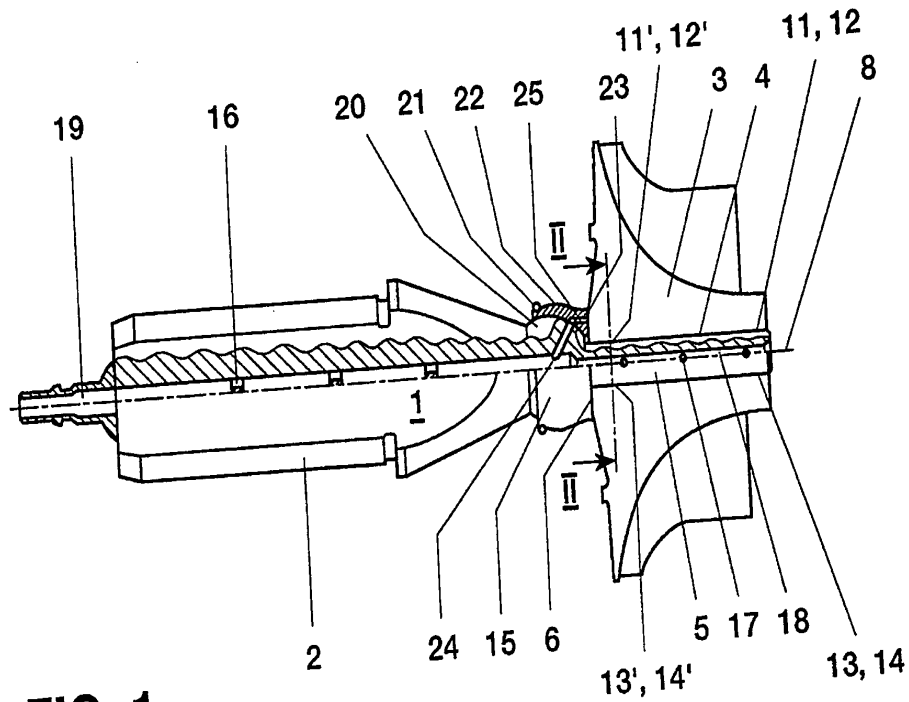


FIG. 1

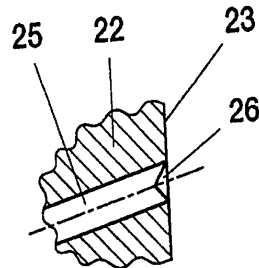


FIG. 3

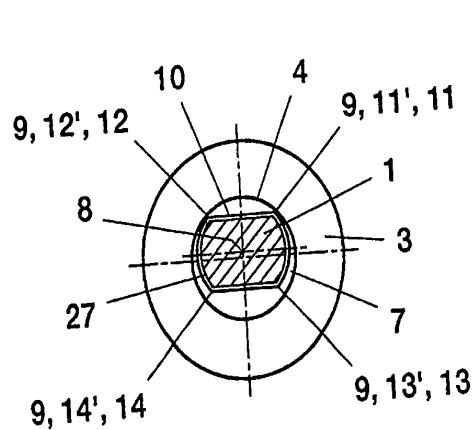


FIG. 2

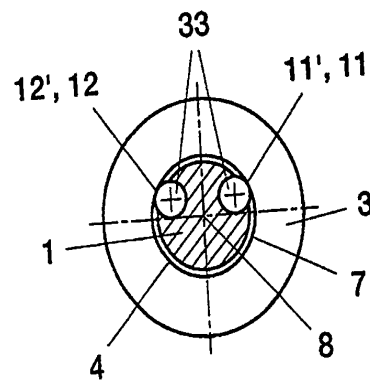


FIG. 7

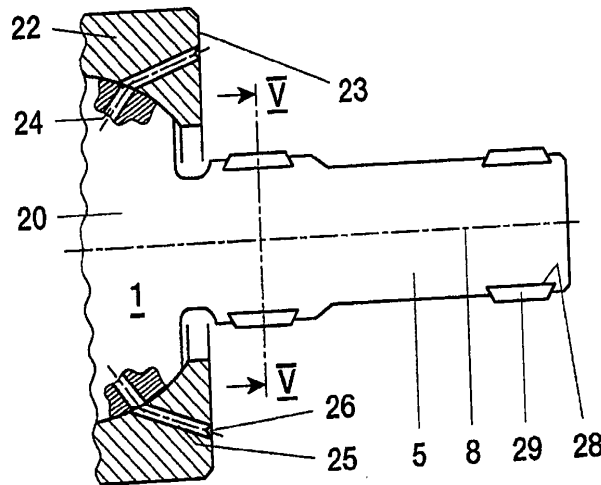


FIG. 4

FIG. 6

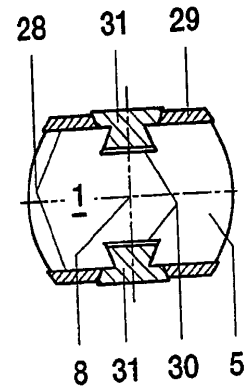
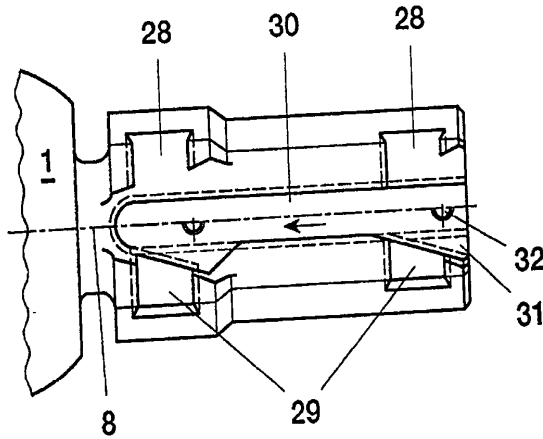


FIG. 5

FIG. 8

